

# IT分野の日本発ラディカルイノベーションの国際普及

事業創造大学院大学准教授 石谷 康人

## 要 旨

本論説では、「日本は、なぜラディカルイノベーションでありながら国際的なインパクトが小さいのか（国際的に普及しないのか）」という問題を事例ベースの定性的アプローチによって解明する。事例として、マウス、パーソナル電卓、日本語ワープロ、家庭用ビデオゲーム、iモード、デジタルカメラ、Suicaを取り上げた。本論説ではまず、事例からイノベーションプロセスと技術革新の共通パターンを抽出し、モデル化する。次に、こうした分析結果に基づいて日本のイノベーションを類型化することにより国際的インパクトが小さい理由を概念的に説明する。そして、国際的普及に成功したアメリカのイノベーションと比較することにより、技術的観点からもイノベーションが国際的に普及しない理由を追及する。さらに日米ではイノベーションの性格が正反対である点に立脚して、日本のイノベーションが国際的普及や技術蓄積に深刻なジレンマを抱えていることを示す。

## キーワード

ラディカルイノベーション、イノベーションプロセス、技術革新、ハードウェア指向型すり合わせ開発、ソフトウェア指向型すり合わせ開発

## 1 はじめに

ドラッカーは、「事業の目的は事業の中ではなく社会の中にあり、最大利潤の追求に代わる顧客の創造こそ事業の目的になり得る。そして、顧客を創造するために行う企業者の機能がマーケティングとイノベーションである。すなわち、事業とはマーケティングとイノベーションを行うことによって顧客を創造する活動である」と指摘した<sup>1</sup>。ドラッカーは、企業家の活動においてイノベーションが必須であると説いたのである。

そうしたイノベーションには、ラディカルなイノベーションとインクレメンタルなイノベーションと、二つのタイプがある<sup>2</sup>。ラディカルとは、世界初で大きな技術のジャンプがあり、社会に大きくインパクトを与えたものである。インクレメンタルとは、従来の延長線上にある改善的なイノベーションで社会的インパクトもそれほど大きくないものということになる。

真に革新的なラディカルイノベーションでは日本は弱く、日本はインクレメンタルイノ

バージョンの国である、というのが定説であるようだ。とくに、日本の産業の発展がアメリカから遅れたIT分野では、ソフトウェアも含めコンピュータの基本原理のほとんどは欧米で生まれたこともあり、日本がラディカルイノベーションに弱い典型例のように思われている。

本論説では、そうした定説あるいは信念は正しくないと主張する。

日本発の大きな技術ジャンプと社会へのインパクトをもったイノベーションの例はいくつもある。本論説で取り上げた「MARS（マルス：座席自動予約システム）」「パーソナル電卓」「日本語ワープロ」「家庭用ビデオゲーム」「iモード」「デジタルカメラ」「Suica」の事例は、いずれも、日本では産業レベルにまで発展しており、社会に大きな影響を与えた紛れもないラディカルイノベーションとなった。ただし、これら7つの事例のうち、世界的に大きなインパクトをもたらし、国際的にも普及したのは「パーソナル電卓」「家庭用ビデオゲーム」「デジタルカメラ」の三つだけと言ってもいい。

日本発のイノベーションが国際的に普及して、世界全体に大きなインパクトを与えることは、たしかに少ないのである。実は、そうした「国際的なインパクト」という点を捉えて、「日本発のラディカルイノベーションは少ない」という常識が生まれてしまっているのかも知れない。

こうしたことから、本論説では、「なぜラディカルイノベーションでありながら国際的なインパクトが小さいのか」「こうした現象はどのような概念枠組みによって説明可能なのだろうか」を明らかにすべき問題として設定する。

本研究ではまず、こうした問題を解明するために、研究対象をコンピュータ産業そのものに限定せず、情報処理を主機能として提供する商品・サービスにまで広げ、日本で成し遂げられたラディカルイノベーションの事例を調査した。その結果、日立および旧国鉄・JRによる「マルス」、シャープとカシオの「パーソナル電卓」、任天堂の「家庭用ビデオゲーム」、東芝の「日本語ワープロ」、NTTドコモの「iモード」、光学機器メーカーおよび家電メーカーの「デジタルカメラ」、JRの「Suica」の7つの事例を取り上げることにした。

次に、それぞれの事例について書籍、雑誌、新聞記事などの二次資料を収集するとともに、そこから絞り込んだ情報に基づいてイノベーションの実現に携わった人々へインタビューした。雑誌記事の収集ではイノベーションの原動力となった技術革新に関する学術論説や学会発表資料にも着目した。こうして集めたデータに基づき、それぞれの事例において、イノベーションのきっかけ、技術革新への取り組み、イノベーションの普及などの観点から厚い記述を作ることによって事実を再構成した。

本論説では、こうして再発見した事実から、イノベーションプロセスと技術革新の共通パターンを見いだしてモデル化するとともに、国際的普及を妨げる要因を明らかにする。そして、こうした分析結果に基づいてイノベーションを類型化することにより、本論説の基本的な問いである「日本はなぜラディカルイノベーションでありながらも国際的インパクトが小さくなるのか」を概念的枠組みで説明することを試みる。

さらに、IT分野においてイノベーションの国際的普及に成功しているアメリカの事例（パーソナルコンピュータ、Webブラウザ、Google検索、Amazon、Facebook、iPhone with iTunes Store）も取り上げ、同様にイノベーションプロセスモデル、技術革新モデル、国際的普及の要因を明らかにする。そして、こうした概念に基づいて日米比較を行うことにより、技術の観点からも日本のラディカルイノベーションが国際的に普及しない理由を明らかにする。

一方、こうした日米比較によって、日本とアメリカはイノベーションのパターンがまったく正反対であることが分かった。その結果、国際的普及を実現しやすいアメリカ型のイノベーションを日本が達成するには、日本の強みを生かせない、従来の日本の強みに必要な蓄積が深まらないというジレンマがあることが明らかになった。本論説では、こうした日本のジレンマをどのように乗り越えれば良いかについても言及する。

## 2 IT分野の日本発ラディカルイノベーションの事例

本研究では、日本発のラディカルイノベーションの事例：マルス、パーソナル電卓、日本語ワープロ、家庭用ビデオゲーム、iモード、デジタルカメラ、Suicaについて厚い記述をつくったあと、それぞれの事例についてA) イノベーションの概要、B) イノベーションのきっかけ、C) 技術革新のプロセス、D) イノベーションの普及の4つの観点で整理した。本論説では、紙面の都合上、マルス、日本語ワープロ、家庭用ビデオゲーム、iモードの4つの事例について示す<sup>3</sup>。

### 2.1 旧JR・国鉄と日立製作所によるマルス

- A) **イノベーションの概要**：1964年に稼働を開始した列車の座席自動予約システムである「マルス101」は、国内初のリアルタイムオンラインシステムであり、世界最大規模の民生用システムであった。
- B) **イノベーションのきっかけ**：もともと旧国鉄が手作業による列車座席の予約・発券をやっていたが、国鉄業務のやり方とその情報伝達の過程を"サイバネティックス"の概念のもとにあらためて構想した。
- C) **技術革新のプロセス**：旧国鉄・JRの通信設備と日立の情報技術のすり合わせだけでなく、技術トレンドを凌駕するコンピュータハードとそれを活用するソフトのすり合わせ開発がなされた。
- D) **イノベーションの普及**：マルス101から継続的にシステムを発展させ、75年のマルス105では100万座席／日を取り扱えるようになり、現在のマルス501ではバス、宿泊、イベントなどの予約も扱っている。

## 2.2 東芝による日本語ワープロ

- A) **イノベーションの概要**：1978年に発表されたJW-10は世界で初めて漢字のトータルなコンピュータ処理を可能とした日本語ワープロであり、国内だけでなく東洋言語圏にも大きな影響を与えた。
- B) **イノベーションのきっかけ**：1971年に新聞社から効率のよい記事入力の実現を要望され、タブレット型の試作機を開発したものの、入力速度に限界を感じて10本指をフルに使うワープロを着想した。
- C) **技術革新のプロセス**：まず研究所で辞書・文法、かな漢字変換、同音異義語解消などを実現し、次に工場で専用ハードを開発しながら、両者がすり合わせ開発を行うことにより、ユーザビリティを高めた。
- D) **イノベーションの普及**：高機能機種と同スペックでありながら9万9800円という低価格の個人向けワープロJW-R10の大ヒットをきっかけとして、日本語ワープロという新しい機器が全国に普及した。

## 2.3 任天堂による家庭用ビデオゲーム

- A) **イノベーションの概要**：1983年に発売したファミリーコンピュータで家庭用ゲームの基本文法を策定して基礎を築いたあと、据え置き型だけでなく携帯型のゲームも継続的に開発して世界中に普及させた。
- B) **イノベーションのきっかけ**：エレクトロニクス玩具、業務用ゲーム機、携帯用ゲーム機と商品を段階的に市場投入していく中で、ファミリーコンピュータという家庭用ビデオゲームを着想するようになった。
- C) **技術革新のプロセス**：低価格という制約を課しながら、面白いゲームの実現が最重要であるとして、ソフトが主でハードが従という観点から、ハードとソフトの効果的なすり合わせ開発を実施した。
- D) **イノベーションの普及**：全世界で、ファミコンが6千万台、ゲームボーイが1億1千万台普及しており、DSも4年3ヶ月と2週間という最短記録で1億台を越え、Wiiも2年5カ月で5千万台を突破した。

## 2.4 NTTドコモによるiモード

- A) **イノベーションの概要**：1999年にサービスを開始したiモードによって、携帯電話によるインターネットアクセスおよびデータコミュニケーションを世界で初めて実現し、日本社会に大きな影響を与えた。
- B) **イノベーションのきっかけ**：無線通信サービスの提供と、ポケベルやショートメールなどのサービス提供を通じて、データ通信サービスの重要性に気づき、携帯電話を利用した日本独自のサービスを着想した。
- C) **技術革新のプロセス**：基地局の整備とサーバーの構築によりインフラを整備すると

もに、2CPU構成のハードと組込みソフトのすり合わせ開発により、通話とデータコミュニケーションを両立した。

- D) **イノベーションの普及**：国内でサービスを開始した半年後には100万ユーザーを越えたことにより、クリティカルマスに達し、その後急速に普及して1年後には1000万ユーザーを越えるようになった。

### 3 日本のイノベーションの論理

本研究で取り上げた事例に共通するイノベーションプロセスの特徴は下記3点に集約できる。

- ・市場での学習がもたらした新しい商品・サービスのコンセプトの着想
- ・当時の技術トレンドの先を行くハードウェアの独自開発
- ・コンセプトの実現に向けたハードウェアとソフトウェアのすり合わせ開発

伊丹敬之「イノベーションを興す」<sup>4</sup>を参考にして、こうした特徴から導出した日本のイノベーションプロセスのモデルを図1に示す。本モデルのメカニズムは以下の通りである。

まず、社会的な潜在ニーズにマッチした画期的な商品・サービスを構想できることが重要である。そのようなコンセプトは、市場での具体的な活動による学習を踏まえて生まれてくる。一方、構想した商品・サービスが市場でイノベーションとなるためには、潜在ニーズにフィットする新しい機能をユーザーに提供する必要がある。そのような機能はたいていの場合、ソフトウェアによって提供されるが、そうしたソフトウェアの処理量が多い場合には、それが動作可能となる新しいハードウェアが必要になる。あるいは装置全体の著しい小型化あるいは低コスト化が必要となる場合にも新しいハードウェアが必要となる。このようなことから、明らかに、ハードウェアの新規開発がイノベーションプロセスのカギとなる。そして、前述した事例が示すように、こうしたハードウェア開発とソフトウェア開発の効果的なすり合わせを行うことによってコンセプトが実現されていく。このため、新規開発したハードウェアと新しい機能を提供するソフトウェアが分かちがたく結びつくことがイノベーション達成の原動力になる。こうして実現された商品・サービスは、人々の潜在ニーズに強く結びついたものであるがゆえに、国内では広く普及し、人々の生活に強い影響を与えた。



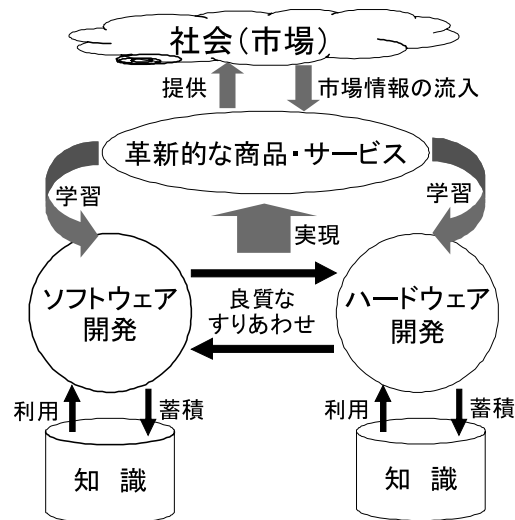


図1 日本のイノベーションプロセスの共通パターン

図1のイノベーションプロセスモデルにおけるハードウェアとソフトウェアのすり合わせ開発に内在する論理の構造を図2に示す。図2が示すハードウェアとソフトウェアのすり合わせ開発の論理は次の通りである。

潜在ニーズを満たすために構想された商品・サービスの機能は、前述したようにソフトウェアによって実現され、制御される。このとき、そのようなソフトウェアが動作するためのハードウェアが当然必要となるが、その時点で十分な性能を持つハードウェアがそもそも世の中に存在していない可能性がある。このような場合には、コンセプトに対して革新的な機能を提供するソフトウェアが実用レベルで動作するハードウェアを新規に開発しなければならない。しかし、その時の技術レベルやコストが制約条件となってしまうたり、あくまでもそのときの技術トレンドの延長上でハードウェアが開発されたりすることがある。したがって、新規に開発されるハードウェアの性能は、従来レベルからそう大きくジャンプすることはない。このため、ハードウェアの性能がありあまるほど十分であることはほとんど稀なため、ソフトウェア開発は必然的に妥協点を見つめながら開発されることになる。

このように、ソフトウェアで実現しようとする機能のためにハードウェアが新規開発されるものの、その性能がややショートする場合には、ソフトウェアの方を工夫しながらできるだけ性能を高めようとする。また、コストとの兼ね合いの中でハードウェアを少しばかり工夫することで、できるだけソフトウェア側の犠牲を少なくしようとする。したがって、IT分野のラディカルイノベーションでは、ハードウェア開発とソフトウェア開発の間で自然とすり合わせが行われるようになると言える。

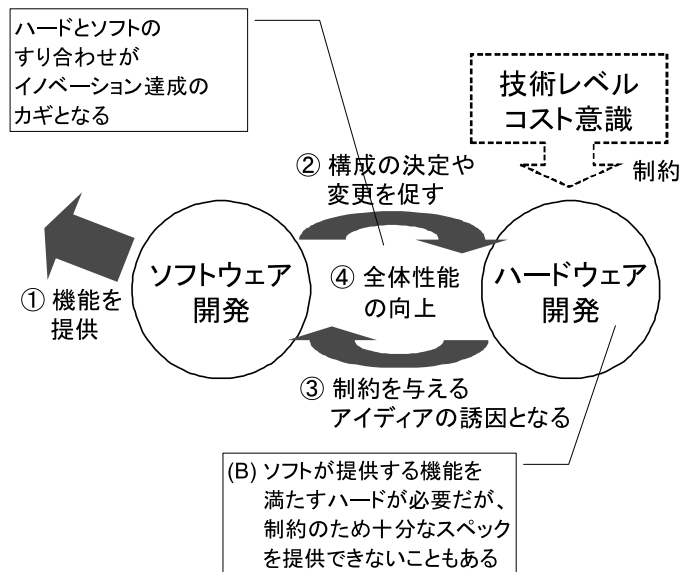


図2 日本のイノベーションの技術革新の共通パターン

#### 4 日本のイノベーションの類型化と国際的普及

本論説で取り上げた事例はいずれも国内で大きく普及し、産業レベルにまで発展した。しかし、パーソナル電卓、家庭用ビデオゲーム、デジタルカメラの3つを除いて、日本発のイノベーションが国際的に広く普及することはなかった。

日本語ワープロにおいて、「かな漢字変換」という技術革新が必要であったのは、日本語が表意文字の言語だったからである。日常よく使う文字ですら3000字種を越えており、同音異義語や同訓異字も多いことから、表音文字のアルファベットをコンピュータに直接入力すればいい欧米の言語では必要のなかった技術革新であった。つまり、日本語の特殊性が必要とさせた技術革新であった。

マルスで膨大な数の座席のリアルタイムオンライン予約という技術革新が必要とされたのは、主要都市が鉄道の発達と歩調を合わせて発展していることから、日本の都市形成が世界からみて異質だったためである。Suicaにも同様なことが当てはまる。

i モードが国内でインターネット人口を大きく増やしたのは、日本ではPCそのものと、PC向けのインターネット接続サービスが高価格であったことからPCベースのインターネットアクセスが普及していなかったという社会的背景があったからである。

以上から、こうしたIT分野のイノベーションは、日本の言語や社会の特殊性によって生じた潜在ニーズに日本企業が正面から対応したものであると言えよう。そして、その潜在ニーズは、日本という国がそれなりの規模の国であるため、ある程度の大きさで存在した。しかし、海外には同じようには存在しないニーズでもあった。これは、日本社会という壁が、IT分野のラディカルイノベーションの国際普及につまとうことを意味する。

こうした日本発ラディカルイノベーションの特徴と、本論説で示した日本のイノベー

シヨンプロセスモデルおよび技術革新モデルに基づいて、日本のイノベーション事例を図3に示すマトリクスによって分類することが可能となる。このマトリクスは、「日本社会の特殊性によるニーズへの適合度」の軸と、「ハードウェアとソフトウェアのすり合わせ開発の度合い」の軸で構成される。この分析枠組みによれば、「日本社会の特殊性によるニーズへの適合度」が大きいイノベーションか、「ハードウェアとソフトウェアのすり合わせ開発の度合い」が大きいイノベーションのいずれかであれば、日本はラディカルイノベーションを興しやすいと考えることができる。

一方で、「日本社会の特殊性によるニーズへの適合度」が大きく、「ハードウェアとソフトウェアのすり合わせ開発の度合い」も大きいイノベーション（つまり、マルス、日本語ワープロ、iモード、Suica）は、上述したように国際的普及が難しいとすることができる。すなわち、ハードウェアとソフトウェアのすり合わせ開発が日本語や日本社会の特殊性に向けられた場合には、日本社会の特殊性の壁に阻まれ、イノベーションの国際的普及が妨げられてしまうのである。

ところで、この分析枠組みにおいて、「日本社会の特殊性によるニーズへの適合度」が小さく、「ハードウェアとソフトウェアのすり合わせ開発の度合い」が大きいデジタルカメラと、「日本社会の特殊性によるニーズへの適合度」が大きく、「ハードウェアとソフトウェアのすり合わせ開発の度合い」が小さい家庭用ビデオゲームはともに国際的に普及しており、国際的な競争力も強いと言える。そして、両者ともイメージを対象とした商品であることから、日本はイメージ系イノベーションが強いと考えられないだろうか。

例えばデジタルカメラでは、撮影画像の絵づくりが大きな商品価値となる。こうした絵づくりは、初期の頃はDSP（Digital Signal Processor）と組み込みソフトウェアで実現されていた。しかし、撮像素子の解像度が大きくなるにつれて、ソフトウェアでは処理しきれなくなり、画像処理エンジンという専用ハードウェアを設計することで高速化を図った。

また最近のデジタルカメラでは、適切なオートフォーカスや適正露出の判断やホワイトバランスの自動調整のために顔認識処理を導入するようになった。こうした顔認識処理も当初はソフトウェアで実現していたが、より高速化するために顔検出専用のLSIが導入されるようになった。

こうしたことからイメージ系イノベーションでは、大規模化するイメージの実時間処理のために、特殊なハードウェアの開発がどうしても必要となり、そうしたハードウェアを活かす組み込みソフトウェアとのすり合わせ開発も必要となることから、やはり日本が強いとすることができよう。



日本社会の特殊性 によるニーズに 適合している	<b>MARS</b> <b>日本語ワープロ</b> <b>i-mode</b> <b>Suica</b>	<b>家庭用ビデオゲーム</b>
	<b>デジタルカメラ</b>	<b>パーソナル電卓</b>
	ハードとソフトの すりあわせ開発が大きい	ハードとソフトの すりあわせ開発が小さい

図3 日本社会の特殊性への適合度とすり合わせ開発の度合いに基づく分析枠組み

## 5 IT分野のアメリカ発ラディカルイノベーションとの比較

本研究では、IT分野のラディカルイノベーションにおいて日本とアメリカで比較分析を行うために、アメリカの事例についても調査した。本研究では、バランスのとれた比較分析を実施するために、アメリカの場合でも日本の事例と同様にコンピュータ産業に限定せず、情報処理を主機能として提供しているトータルな商品・サービスの事例を選ぶことにした。本論説では、こうした事例として、パーソナルコンピュータ、Webブラウザ、Google検索、Amazon、Facebook、iPhone with iTunes Storeを取り上げた。本論説では、ページ数が限られていることから、iPhone with iTunes Storeの事例のみについて、日本の事例と同様に、A) イノベーションの概要、B) イノベーションのきっかけ、C) 技術革新のプロセス、D) イノベーションの普及のそれぞれを示す。

AppleによるiPhone with iTunes Store：

- A) **イノベーションの概要**：Appleは、iPodで大成功した後、2007年に携帯電話端末市場にも乗り出し、iPhoneをアメリカ市場に投入した。このときAppleがiPhoneで導入した高機能ソフトウェア基盤、マルチタッチインターフェース、アプリケーションダウンロードサービスは、現在のスマートフォンサービスのドミナントモデル<sup>5</sup>となった。
- B) **イノベーションのきっかけ**：Appleは、Macで培ったソフトウェア基盤Mac OSをPC以外のデジタルプロダクトにも適用して事業拡大を図ろうとしていた。Appleは、最新のMac OS Xが成熟し、iPodのコンテンツサービス向けシステムソフトウェアiTunes Storeが確立したタイミングで携帯電話端末市場に乗り出すことにした。
- C) **技術革新のプロセス**：Appleはまず、Mac OS Xの派生版であるiPhone OS（現iOS）をiPhoneの組み込みソフトウェア基盤として導入した。さらに、iPhoneの利用形態を限定しないようにマルチタッチ型のユーザーインターフェースも導入した。そしてAppleは、こうしたiPhone OSの上で動作するアプリケーションの開発とダウンロー

ド販売にサードパーティの参入を許して、巨大な生態系を築くことに成功した。

D) イノベーションの普及：iPhoneは2009年12月時点で94の国と地域で販売されるようになった。また、2010年10-12月期で、iPhoneの累計出荷台数が約8784万台に達するようになった。iTunes Storeで取り扱っているアプリケーションは35万種にもおおよび、ダウンロード数は100億回を超えるようになった。

こうしたアメリカのイノベーション事例に共通するイノベーションプロセスのパターンを図4に示す。

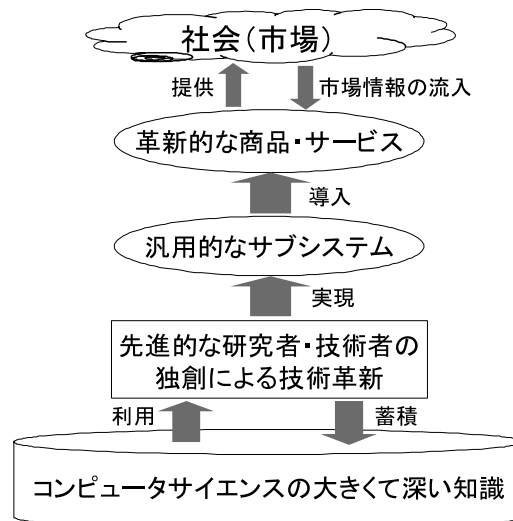


図4 アメリカのイノベーションの共通パターン

アメリカでは、コンピュータサイエンスの大きくて深い蓄積を源泉とする技術革新に基づいて汎用的なコンピュータサブシステムを構築することを大きな特徴としている。そして優れたコンピュータサブシステムを導入して商品・サービスを市場に提供するという技術プッシュ型のイノベーションを興している。こうしたイノベーションは汎用性が高いため、アメリカ市場に限定されることなく、ほとんどの事例で国際的にも普及している。

こうしたアメリカのイノベーションプロセスにおける技術革新では、図5に示すように高機能なソフトウェア基盤と機能創発的なハードウェアとの間ですり合わせ開発を行うことを共通パターンとしている。こうした技術革新を導入することにより、さまざまなアプリケーションで高機能ソフトウェア基盤を介した間接的なすり合わせ開発が可能となり、それにともないあたかもハードウェアで機能の創発が起こるようになる。その結果、特殊なハードウェアを開発せずとも多様なユーザーニーズに応じた商品・サービスを提供することが可能となるのである<sup>6</sup>。

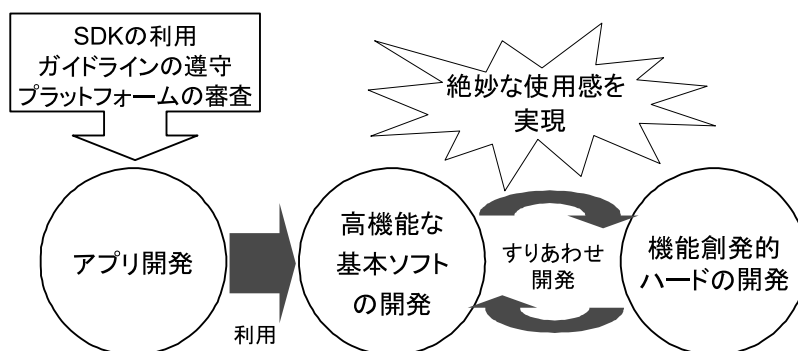


図5 アメリカの技術革新の共通パターン

IT分野のラディカルイノベーションの日米比較結果を表1に示す。本比較結果によれば、日本とアメリカのイノベーションのパターンはまったく正反対であると言えよう。

表1 イノベーションの日米比較

比較項目	日本発イノベーション	アメリカ発イノベーション
イノベーションの要因	企業が市場で学習し、コンセプト提案することが多い	先進的な研究者や技術者が生み出す技術プッシュが多い
技術革新のタイプ	特殊ハードウェアの開発をカギとするコンセプトドリブン型のすり合わせ開発	高機能ソフトウェア基盤の開発をカギとする技術プッシュ型のすり合わせ開発
技術革新への資源投入の特徴	企業が利益から費用を捻出し、組織内の人材で開発することが多い	政府の軍事予算を充てることもでき、国外からの優秀な人材も投入できる
イノベーションの普及速度	きっかけとなった市場（主に国内市場）では、非常に早く普及する	市場でニーズが立ち上がる前に供されることが多く、広く普及するのに時間がかかる
イノベーションの国際的普及	日本社会特有のニーズに適合さらに限定しているケースでは国際的に普及しない	ほとんどのケースで国際的に普及する

## 6 ハードウェア指向のすり合わせ開発の限界

日本のイノベーションは、図6に示す「ハードウェア指向型すり合わせ開発」を技術革新のコアとしていえることができる。すなわち、特殊なハードウェアを新規開発するとともに、そうしたハードウェアを制御・活用するための組込みソフトウェアを開発し、さらに両者ですり合わせを行う。したがって、ハードウェアがすりあわせ開発のトリガとなり、ソフトウェア開発の内容はハードウェアによって決まることになる。

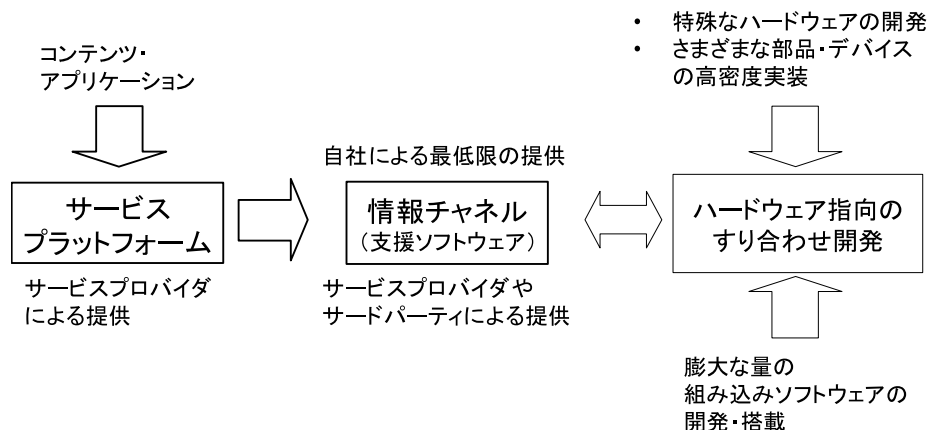


図6 ハードウェア指向型すり合わせ開発

一方、アメリカのイノベーションでは、図7に示す「ソフトウェア指向型すりあわせ開発」を技術革新のコアに据えていると見なすことができる。

アメリカの場合はまず、高機能なソフトウェア基盤があり、それをハードウェアに搭載することを目指す。この場合、ハードウェアは、あくまでもソフトウェアを活かすメディアであるとして位置づけられており、アプリケーションソフトウェアのさまざまな可能性を妨げないように汎用的に設計されている。そして、こうしたハードウェアと高機能ソフトウェア基盤との間ですり合わせ開発を行い、サードパーティによるアプリケーション開発でもハードウェアの資源を使いこなせるようにしている。

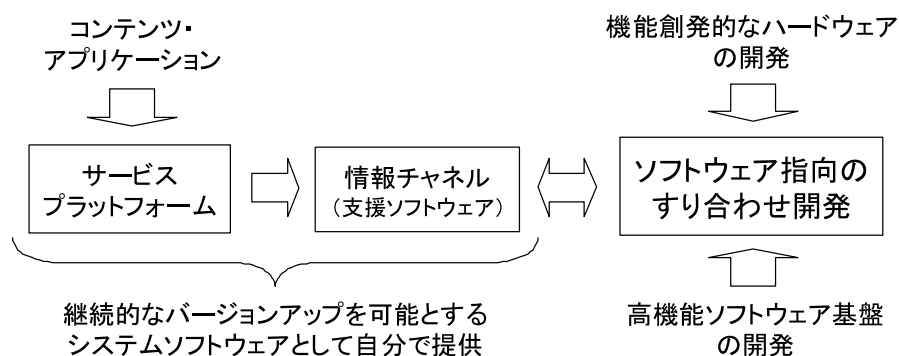


図7 ソフトウェア指向型すり合わせ開発

本章で明らかにした日本のハードウェア指向のすり合わせ開発とアメリカのソフトウェア指向のすり合わせ開発を比較した結果を表2に示す。両者の性格はまったく正反対であると言することができる。

表2 ハードウェア指向型すり合わせ開発とソフトウェア指向型すり合わせ開発の比較

比較項目	ソフトウェア指向型	ハードウェア指向型
ハードウェアの開発	商品コンセプトに最適化して必要十分に開発	たくさんのデバイスを高密度実装
組込みソフトウェアの開発	デバイスメーカーの協力を得て適正規模を開発	膨大な量を開発
支援システムソフトウェアの整備	自社でバランスよく提供	自社では未提供あるいは最低限提供
サービスプラットフォームの提供	コンテンツとアプリケーションの外部調達を実現	自社では未対応あるいは最低限提供
ソフトウェア間の連携	組込みソフトウェアと支援システムソフトウェアとの連携により高付加価値を提供	支援システムソフトウェアを十分に提供してないので密接な連携は不可
新商品リリース時の対応	ハードウェアのスペックをほとんど変更せず、ソフトウェアの方を大きく追加・変更	ハードウェアデザインや搭載デバイスを積極的に変更

ソフトウェア指向型すり合わせ開発では、ユーザーに直接的に機能を提供するアプリケーションソフトウェアとハードウェアの間に高機能ソフトウェア基盤が介在していることから、ハードウェアによる物理的な制約をほとんど受けなくなっている。すなわち、アプリケーションソフトウェアは、物理法則の影響をまったく受けない論理的な処理手続きで構成されていると言える。

一方、ハードウェア指向型すり合わせ開発では、前述したようにユーザーに機能を提供するソフトウェアの内容はハードウェアによって決まってくるので、物理的制約を受けやすくなる。また、デバイスの高密度実装という形でユーザーベネフィットを実現しようとすると、高密度実装した部品・デバイスを活用するための組込みソフトウェアまでも物理的制約を強く受けるようになってくる。物理的問題がやっかいになると、その解決を組込みソフトで行おうとする傾向が生まれるからである。

したがって、ハードウェア指向型すり合わせ開発では、本来ならば論理性が高いはずの組込みソフトウェアまでも物理法則の影響を受けやすくなるため、機能の柔軟性が阻害され、創発性が低下し、ユーザーベネフィットまでもが物理法則の限界による影響を受けてしまうことになる。こうしたことから、ハードウェア指向のすり合わせ開発による商品は、いったん市場に出た後で機能が創発的に発展していく可能性が小さくなってしまう<sup>7</sup>。ハードウェア指向のすり合わせ開発が極端に進むようになると、部品・デバイスの高密度実装が引き起こす発熱や電磁雑音などの物理的な問題を優先的に解決しなければならなくなる。したがって、こうした問題が解決された後でなければ、部品・デバイスを制御・活用するための組込みソフトウェアを開発できないことになる。このため、組込みソフトウェア開発に対して常にしわ寄せがくるという状況が生まれやすくなる。しかも、さまざまなデバイスが実装されれば、それを動かすための組み込みソフトウェアも膨大になる。



こうしたことから、ハードウェア指向のすり合わせ開発では、組込みソフトウェアの品質にも限界が生じるようになる。

以上から、ハードウェア指向型すり合わせ開発では、組込みソフトウェア開発までもが物理法則の限界に阻まれ、商品機能の創発性が低下することになるため日本以外の国に向けた商品のスペックを生みだしにくくなる。また、ハードウェア指向のすり合わせ開発では、組込みソフトウェアの開発で品質維持の限界が発生しやすいことから、日本以外の国に向けた商品バリエーションの展開や現地化まで手が回らなくなる。こうしたことから、ハードウェア指向型すり合わせ開発は、やはり、イノベーションの国際的普及に悪影響を及ぼしやすいと言えることができる。

## 7 日本発ラディカルイノベーションのジレンマ

これまでの議論をまとめると、IT分野における日本発ラディカルイノベーションのうち、国際的に普及しない事例に共通する特徴は次のようになる。

- ・日本社会の特殊性から生じた潜在ニーズに向けた新しい商品・サービスのコンセプトの着想
- ・当時の技術トレンドの先を行く特殊なハードウェアの独自開発
- ・日本社会の特殊性に向けたハードウェア指向のすり合わせ開発

すなわち、ハードウェア指向型すり合わせ開発が、日本社会の特殊性に向かってなされた場合には、国内では非常に早く普及するものの国際的普及が難しくなってしまう。

しかし日本企業が国際的な普及を目指してハードウェア開発とソフトウェア開発のすりあわせの度合いを小さくするとともに、日本社会の特殊性への傾倒を控えてしまえば、そこそこ大きい国内市場ではシェアを失うことになるかもしれない。逆に日本市場でのシェア拡大のためにすりあわせ開発により日本社会の特殊性に積極的に対応すれば世界市場でのシェア獲得が難しくなる。

こうして、日本発のラディカルイノベーションは、深刻なジレンマを抱えることになる。それは、日本という市場への対応からイノベーションの源泉が生まれるが、しかしその対応からは簡単には国際的に普及可能なイノベーションにはならない、ということである。「日本特殊なニーズ」への対応に巨大な資源を投入してしまうと、国際的に存在するニーズへ対応したイノベーションのための資源がその分だけ少なくなってしまう。しかし、日本企業として事業を成立させるためには、日本特殊であっても日本市場のニーズに対応することをまず優先せざるを得ないのである。

こうしたジレンマを乗り越えるには、最初から国際的に存在するニーズに向けてのイノベーションを目指すことが考えられる。デジタルカメラや家庭用ビデオゲームのイノベーションは、言語に依存せず画像中心でソフトを組むことによって、日本語という壁を最初から乗り越えていた。日本が強いイメージ系イノベーションに注力するのである。こうし

たイメージ系イノベーションは日本と世界の両方で普及する可能性が高まる。

第二の努力のパターンは、日本社会という壁が大きな開発努力を要求する分野でまず技術蓄積を培い、その蓄積を国際的に意味のある形で海外へ訴えるように工夫することである。そのためのポテンシャルを提供してくれていると思われるのが、ハードウェアとソフトウェアのすり合わせ開発の大きさである。日本語対応や日本市場の細かなニーズへの対応のために、すり合わせが深刻に必要なになる。そのすり合わせの努力の結果として培った技術を世界に訴えることを目指すのである。

そうした場合には、日本発のイノベーションの成果を、単純に国際的に商品やサービスのレベルで普及させようとするのではなく、技術蓄積そのものをベースに世界に展開する、ということになるだろう。その場合には、二つの道がありそうだ。一つは、保有する技術を活かすことができる社会的な潜在ニーズを海外市場で日本企業自身が掴み、日本企業が潜在ニーズを満たす商品・サービスを海外で展開する、という道である。もう一つの道は、技術そのものを海外の企業に売り渡す、あるいは技術そのものを満載した部品を海外で売る、という道である。最終的な商品のレベルでの国際的イノベーションはあきらめて、その一歩手前の技術での世界市場への進出を考えるのである。

本論説では、また、日本のハードウェア指向型すり合わせ開発は、ほとんどの事例で国際的普及を達成しているアメリカのソフトウェア指向型のすり合わせ開発とは、性格がまったく正反対であることが分かった。このため、日本のハードウェア指向の組込みソフトウェア開発で得た蓄積を、高機能ソフトウェア基盤をベースとするソフトウェア指向型すり合わせ開発に簡単には転用できないのである。

ハードウェア指向型すり合わせ開発では、膨大な量の組込みソフトウェアを開発しなければならないことから、組込みソフトウェア開発に対して組織的に埋没するようになった。その結果、大規模な組込みソフトウェア開発に対する技術蓄積はますます深まっていったものの、高機能ソフトウェア基盤の開発がカギとなるソフトウェア指向型すり合わせ開発に対してますます疎遠になっていった。こうして、日本はもう一つの深刻なジレンマを抱えることになる。すなわち、デジタルカメラのように現在でも得意で強い分野においてハードウェア指向のすり合わせ開発を極めていくと、高機能ソフトウェア基盤に有効な技術蓄積が得られず、イノベーションの国際的普及が限定されてしまうことになる。

一方で、ソフトウェア指向のすり合わせ開発に傾倒するようになると、特殊ハードウェアと組込みソフトウェアのすり合わせ開発に有効な技術蓄積が欠如するようになり、これまでの強みを手放さなければならなくなる。上述したように、ハードウェア指向型すり合わせ開発とソフトウェア指向型すり合わせ開発は性格がまったく正反対であるため、両方へ同じように資源を投入できないことからジレンマが生じてしまうのである。

こうしたすり合わせ開発の性格の違いがもたらすジレンマを乗り越えるアプローチとして、ハードウェア指向型からでもアプローチできるような、しかしハードウェア指向型の限界を打破できるMOTを採用することが考えられる。一つのアプローチとして、機能の

創発性を高めることにフォーカスすることが考えられる。すなわち、ハードウェア製品を市場にリリースした後にサードパーティの補完によって製品開発側が意図することなくハード的に機能が創発するしくみを製品設計時に織り込むのである。こうした場合、やはり高機能ソフトウェア基盤が必要となり、サードパーティもアプリケーションを開発できるようにするためにAPIを公開し、アプリケーションフレームワーク、SDK、開発環境などを整備する必要があるだろう。この場合、大規模ユーザー向けに運用実績があるオープンソースソフトウェアを活用すれば、技術蓄積が乏しい場合でも高機能ソフトウェア基盤やサービスプラットフォームを提供できる確率が高まるだろう。

---

【注】

- <sup>1</sup> ドラッカー, P. F. (著)・上田淳生 (翻訳) [2007]. 岸川善光・谷井良・八杉哲 [2004]
- <sup>2</sup> 延岡健太郎 [2006]
- <sup>3</sup> 石谷康人 [2010] から抜粋、詳細は伊丹敬之・東京理科大学MOT研究会 [2010] を参照
- <sup>4</sup> 伊丹敬之 [2009]
- <sup>5</sup> Abernathy, W. J.・Utterback, J. M. [1978]
- <sup>6</sup> 伊丹敬之・東京理科大学MOT研究会 [2009]
- <sup>7</sup> 伊丹敬之・東京理科大学MOT研究会 [2009]

【参考文献】

- 1 石谷康人 [2010] 「日本のITのラディカルイノベーションを少なくしている原因の究明」『2010年度組織学会50周年記念研究発表大会報告要旨集』, 125-128頁
- 2 伊丹敬之 [2009] 『イノベーションを興す』, 日本経済新聞出版社
- 3 伊丹敬之・東京理科大学MOT研究会 [2010] 「第5章 IT分野の日本発ラディカルイノベーション」『技術経営の常識のウソ』, 日本経済新聞出版社, 146-177頁
- 4 伊丹敬之・東京理科大学MOT研究会 [2009] 「第2章 ハードウェア指向MOTの限界」『日本の技術経営に異議あり』, 日本経済新聞出版社, 61-91頁
- 5 岸川善光・谷井良・八杉哲 [2004], 『イノベーション要論』, 同文館出版
- 6 ドラッカー, P. F. (著)・上田淳生 (翻訳) [2007] 『イノベーションと企業家精神』, ダイヤモンド社
- 7 延岡健太郎 [2006] 『MOT[技術経営]入門』, 日本経済新聞社
- 8 Abernathy W. J.・Utterback, J. M. [1978] “Patterns of industrial innovation”, Technology Review, Vol. 80, No. 7, pp.40-47